

<i>Prefazione alla seconda edizione</i>	XI
<i>Prefazione alla prima edizione</i>	XIII

## 1 Teoria atomica della materia

<b>1.1 Cenni allo sviluppo storico della teoria atomica della materia</b>	<b>1</b>
1.1.1 Legge della conservazione della massa (di Lavoisier)	2
1.1.2 Teoria atomica di Dalton	3
1.1.3 Determinazione dei pesi atomici e delle formule chimiche (principio di Avogadro e regola di Cannizzaro)	4
<b>1.2 Equazioni chimiche. Relazione massa-energia</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Particelle fondamentali dell'atomo</b>	<b>9</b>
<b>1.4 Numero atomico, numero di massa. Isotopi</b>	<b>10</b>
<b>1.5 Pesi atomici e unità di massa atomica</b>	<b>11</b>
<b>1.6 Mole. Numero di Avogadro. Masse atomiche (o molecolari) assolute</b>	<b>15</b>
<b>1.7 Cenni alla spettrometria di massa (determinazione sperimentale dei pesi atomici assoluti)</b>	<b>19</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO	20

## 2 Struttura elettronica degli atomi

<b>2.1 Cenni sulle radiazioni elettromagnetiche</b>	<b>27</b>
<b>2.2 Modello atomico planetario e spettri atomici</b>	<b>29</b>
<b>2.3 Modello atomico di Bohr</b>	<b>31</b>
<b>2.4 Postulato di De Broglie. Principio di indeterminazione di Heisenberg</b>	<b>34</b>
<b>2.5 Meccanica quantistica od ondulatoria</b>	<b>35</b>
2.5.1 Soluzioni dell'equazione di Schrödinger per l'idrogeno	36
2.5.2 Descrizione degli orbitali atomici	38

<b>2.6 Atomi polielettronici</b>	<b>42</b>
2.6.1 Principio di esclusione di Pauli e regola di Hund	43
2.6.2 Configurazioni elettroniche degli elementi della tavola periodica. Principio di <i>Aufbau</i>	44
2.6.3 Struttura elettronica e tavola periodica degli elementi	51
<b>2.7 Proprietà periodiche</b>	<b>53</b>
2.7.1 Raggi atomici e raggi ionici	53
2.7.2 Energie di ionizzazione	56
2.7.3 Affinità elettronica	57
2.7.4 Elettronegatività	59
<b>2.8 Tipi di elementi</b>	<b>59</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO	60

## 3 Legame chimico

<b>3.1 Energia di legame</b>	<b>69</b>
<b>3.2 Legame ionico</b>	<b>71</b>
<b>3.3 Legame covalente</b>	<b>75</b>
3.3.1 Teoria a coppia di elettroni (teoria di Lewis)	75
3.3.2 Teoria del legame di valenza (teoria VB)	92
3.3.3 Teoria dell'orbitale molecolare (teoria MO)	101
<b>3.4 Legame metallico</b>	<b>108</b>
3.4.1 Teoria delle bande	109
3.4.2 Conduttori, isolanti e semiconduttori	110
3.4.3 Semiconduttori estrinseci (positivi e negativi)	112
3.4.4 Importanza tecnologica dei semiconduttori	114
3.4.5 Cenni ai superconduttori	115
<b>3.5 Legami deboli</b>	<b>116</b>
3.5.1 Interazioni dipolari	116
3.5.2 Legame di idrogeno	118
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO	122

<b>4</b>	<b><i>Nomenclatura dei composti inorganici e reazioni chimiche</i></b>	
<b>4.1</b>	<b>Numero di ossidazione</b>	<b>133</b>
<b>4.2</b>	<b>Classificazione e nomenclatura dei composti inorganici</b>	<b>136</b>
4.2.1	Idruri e ossidi	136
4.2.2	Idrossidi e ossoacidi	138
4.2.3	Sali	143
4.2.4	Ioni	144
<b>4.3</b>	<b>Reazioni chimiche</b>	<b>145</b>
4.3.1	Reazioni acido-base	145
4.3.2	Reazioni di scambio	148
4.3.3	Reazioni di ossido-riduzione (reazioni redox)	150
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		157
<b>5</b>	<b><i>Stato gassoso</i></b>	
<b>5.1</b>	<b>Proprietà dei gas</b>	<b>163</b>
<b>5.2</b>	<b>Equazione dei gas perfetti (o ideali)</b>	<b>163</b>
<b>5.3</b>	<b>Leggi semplici dedotte dall'equazione dei gas perfetti</b>	<b>165</b>
<b>5.4</b>	<b>Applicazioni dell'equazione dei gas perfetti</b>	<b>166</b>
<b>5.5</b>	<b>Miscele gassose</b>	<b>167</b>
<b>5.6</b>	<b>Diffusione ed effusione dei gas. Legge di Graham</b>	<b>168</b>
<b>5.7</b>	<b>Cenni sulla teoria cinetica dei gas</b>	<b>170</b>
<b>5.8</b>	<b>Gas reali. Equazione di van der Waals</b>	<b>172</b>
<b>5.9</b>	<b>Liquefazione dei gas</b>	<b>175</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		178
<b>6</b>	<b><i>Stato liquido</i></b>	
<b>6.1</b>	<b>Proprietà dei liquidi</b>	<b>187</b>
<b>6.2</b>	<b>Evaporazione di un liquido e tensione di vapore</b>	<b>189</b>
<b>6.3</b>	<b>Ebollizione di un liquido</b>	<b>192</b>
<b>6.4</b>	<b>Sublimazione. Fusione e solidificazione</b>	<b>193</b>
<b>6.5</b>	<b>Diagrammi di stato di H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub></b>	<b>195</b>
<b>6.6</b>	<b>Fluidi supercritici</b>	<b>197</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		198
<b>7</b>	<b><i>Stato solido</i></b>	
<b>7.1</b>	<b>Tipi di solidi e loro proprietà</b>	<b>205</b>
<b>7.2</b>	<b>Reticoli cristallini e celle elementari</b>	<b>206</b>
<b>7.3</b>	<b>Diffrazione dei raggi X da parte dei cristalli</b>	<b>212</b>
<b>7.4</b>	<b>Tipi di solidi cristallini</b>	<b>214</b>
7.4.1	Cristalli metallici	215
7.4.2	Cristalli ionici	218
7.4.3	Cristalli covalenti	222
7.4.4	Cristalli molecolari	224
<b>7.5</b>	<b>Difetti nei cristalli</b>	<b>225</b>
<b>7.6</b>	<b>Allotropia, polimorfismo e isomorfismo</b>	<b>227</b>
<b>7.7</b>	<b>Cristalli liquidi</b>	<b>228</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		230
<b>8</b>	<b><i>Soluzioni</i></b>	
<b>8.1</b>	<b>Natura delle soluzioni</b>	<b>237</b>
<b>8.2</b>	<b>Entalpia di soluzione</b>	<b>239</b>
<b>8.3</b>	<b>Concentrazioni delle soluzioni</b>	<b>240</b>
<b>8.4</b>	<b>Solubilità dei gas</b>	<b>245</b>
<b>8.5</b>	<b>Tensione di vapore delle soluzioni</b>	<b>246</b>
<b>8.6</b>	<b>Proprietà colligative delle soluzioni</b>	<b>248</b>
8.6.1	Abbassamento della tensione di vapore	249
8.6.2	Innalzamento della temperatura di ebollizione. Abbassamento della temperatura di congelamento	250
8.6.3	Pressione osmotica	253
8.6.4	Anomalie delle proprietà colligative	255
<b>8.7</b>	<b>Colloidi o dispersioni colloidali</b>	<b>257</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		261
<b>9</b>	<b><i>Termodinamica chimica</i></b>	
<b>9.1</b>	<b>Terminologia termodinamica</b>	<b>273</b>
<b>9.2</b>	<b>Primo principio della termodinamica</b>	<b>275</b>
<b>9.3</b>	<b>Calori o entalpie di reazione</b>	<b>276</b>
<b>9.4</b>	<b>Equazioni termochemiche e diagrammi entalpici</b>	<b>279</b>
<b>9.5</b>	<b>Determinazione dei calori di reazione</b>	<b>280</b>
<b>9.6</b>	<b>Entalpie normali (o standard) di formazione</b>	<b>283</b>
<b>9.7</b>	<b>Applicazione dei calori standard di formazione</b>	<b>285</b>
<b>9.8</b>	<b>Energie di legame</b>	<b>287</b>
<b>9.9</b>	<b>Entropia e secondo principio della termodinamica</b>	<b>289</b>
<b>9.10</b>	<b>Entropia come funzione di probabilità</b>	<b>293</b>

<b>9.11</b>	<b>Terzo principio della termodinamica. Entropie assolute normali (o standard)</b>	<b>294</b>
<b>9.12</b>	<b>Criterio di spontaneità. Energia libera di Gibbs</b>	<b>296</b>
<b>9.13</b>	<b>Energia libera normale (o standard) di formazione e suo utilizzo</b>	<b>300</b>
<b>9.14</b>	<b>Variazione dell'energia libera con la temperatura</b>	<b>302</b>
<b>9.15</b>	<b>Energia libera di Gibbs e costante di equilibrio</b>	<b>303</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		307

## 10 Equilibrio chimico

<b>10.1</b>	<b>Equilibri nei sistemi omogenei</b>	<b>317</b>
<b>10.2</b>	<b>Utilizzo della costante di equilibrio</b>	<b>320</b>
<b>10.3</b>	<b>Equilibri eterogenei implicanti fasi gassose</b>	<b>321</b>
<b>10.4</b>	<b>Spostamento dell'equilibrio. Principio dell'equilibrio mobile</b>	<b>322</b>
<b>10.5</b>	<b>Dipendenza della costante di equilibrio dalla temperatura</b>	<b>327</b>
<b>10.6</b>	<b>Scelta delle migliori condizioni di reazione</b>	<b>327</b>
<b>10.7</b>	<b>Regola delle fasi per gli equilibri eterogenei</b>	<b>329</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		331

## 11 Equilibri tra le fasi

<b>11.1</b>	<b>Sistemi a un componente</b>	<b>343</b>
<b>11.2</b>	<b>Sistemi a due componenti. Miscele binarie liquide</b>	<b>345</b>
11.2.1	Sistemi di due liquidi completamente immiscibili	345
11.2.2	Sistemi di due liquidi completamente miscibili	347
<b>11.3</b>	<b>Sistemi condensati a due componenti</b>	<b>352</b>
11.3.1	Cenni ai principali tipi di leghe metalliche	352
11.3.2	Analisi termica	354
11.3.3	Completa miscibilità dei due componenti allo stato liquido, completa immiscibilità allo stato solido con presenza di punto eutettico	356
11.3.4	Completa miscibilità allo stato liquido, completa immiscibilità allo stato solido con formazione di un composto	

	con temperatura di fusione congruente	359
11.3.5	Completa miscibilità sia allo stato liquido sia allo stato solido	359

## 12 Equilibri in soluzione

<b>12.1</b>	<b>Equilibri di solubilità</b>	<b>363</b>
<b>12.2</b>	<b>Equilibri acido-base</b>	<b>367</b>
12.2.1	Natura degli acidi e delle basi	367
12.2.2	Forza degli acidi e delle basi	369
12.2.3	Acidi poliprotici e basi poliprotiche	373
12.2.4	Solventi anfiprotici	375
12.2.5	Correlazione forza-struttura molecolare degli acidi e delle basi	376
12.2.6	Acidi e basi secondo Lewis	378
12.2.7	Autoionizzazione dell'acqua. Prodotto ionico dell'acqua	380
<b>12.3</b>	<b>Scala di pH e di pOH</b>	<b>382</b>
12.3.1	Determinazione del pH	383
<b>12.4</b>	<b>Equilibri idrolitici o idrolisi</b>	<b>388</b>
<b>12.5</b>	<b>Soluzioni tampone</b>	<b>393</b>
<b>12.6</b>	<b>Titolazioni acido-base</b>	<b>395</b>
<b>12.7</b>	<b>Anfoterismo</b>	<b>400</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		401

## 13 Elettrochimica

<b>13.1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>419</b>
<b>13.2</b>	<b>Conduzione elettrolitica ed elettrolisi</b>	<b>419</b>
<b>13.3</b>	<b>Stechiometria dell'elettrolisi. Leggi di Faraday</b>	<b>422</b>
<b>13.4</b>	<b>Celle galvaniche</b>	<b>424</b>
<b>13.5</b>	<b>Lavoro elettrico e lavoro chimico</b>	<b>429</b>
<b>13.6</b>	<b>Potenziali di elettrodo standard</b>	<b>432</b>
<b>13.7</b>	<b>Forza elettromotrice standard di una cella galvanica</b>	<b>437</b>
<b>13.8</b>	<b>Forza elettromotrice non standard. Equazione di Nernst</b>	<b>437</b>
<b>13.9</b>	<b>Applicazioni dei potenziali di elettrodo</b>	<b>440</b>
13.9.1	Previsione delle reazioni chimiche	440
13.9.2	Metalli che si sciolgono negli acidi	441
13.9.3	Determinazione della costante di equilibrio di una reazione dai potenziali normali di riduzione	442
13.9.4	Misura del pH con il piaccmetro	444
13.9.5	Corrosione dei metalli	445
13.9.6	Protezione contro la corrosione	447

13.9.7	Potenziali di elettrodo ed elettrolisi	448		
<b>13.10</b>	<b>Celle galvaniche di importanza tecnica</b>	<b>452</b>	<b>15.9</b>	<b>Applicazioni dei composti di coordinazione</b>
13.10.1	Batterie primarie o pile a secco	452		<b>521</b>
13.10.2	Batterie secondarie o pile ricaricabili	455	ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO	523
13.10.3	Celle a combustibile	458		
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		459		
<hr/>				
<b>14</b>	<b>Cinetica chimica</b>		<b>16</b>	<b>Chimica nucleare</b>
<b>14.1</b>	<b>Finalità della cinetica chimica</b>	<b>471</b>	<b>16.1</b>	<b>Energia di legame nucleare. Stabilità dei nuclei</b>
<b>14.2</b>	<b>Velocità di reazione</b>	<b>472</b>		<b>529</b>
<b>14.3</b>	<b>Influenza della concentrazione dei reagenti</b>	<b>474</b>	<b>16.2</b>	<b>Equazioni nucleari bilanciate</b>
<b>14.4</b>	<b>Meccanismi di reazione</b>	<b>480</b>		<b>532</b>
<b>14.5</b>	<b>Influenza delle radiazioni</b>	<b>483</b>	<b>16.3</b>	<b>Reazioni di decadimento nucleare</b>
<b>14.6</b>	<b>Influenza della temperatura</b>	<b>483</b>		<b>533</b>
<b>14.7</b>	<b>Teoria dello stato di transizione o del complesso attivato</b>	<b>486</b>	<b>16.4</b>	<b>Cinetica delle reazioni di decadimento nucleare</b>
<b>14.8</b>	<b>Catalizzatori e catalisi</b>	<b>487</b>		<b>536</b>
<b>14.9</b>	<b>Derivazione della costante di equilibrio da considerazioni cinetiche</b>	<b>491</b>	<b>16.5</b>	<b>Fissione e fusione nucleari</b>
ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO		492		<b>539</b>
			<b>16.6</b>	<b>Applicazioni di radionuclidi</b>
				<b>541</b>
			ESERCIZI DI VERIFICA E DI APPROFONDIMENTO	541
<hr/>				
<b>15</b>	<b>Composti di coordinazione</b>		<b>17</b>	<b>Elementi di chimica inorganica</b>
<b>15.1</b>	<b>Composti di coordinazione. Leganti</b>	<b>499</b>	<b>17.1</b>	<b>Introduzione</b>
<b>15.2</b>	<b>Nomenclatura dei composti di coordinazione</b>	<b>502</b>		<b>547</b>
<b>15.3</b>	<b>Struttura dei composti di coordinazione</b>	<b>503</b>	<b>17.2</b>	<b>Idrogeno</b>
<b>15.4</b>	<b>Isomeria</b>	<b>505</b>		<b>548</b>
15.4.1	Isomeria strutturale	505	17.2.1	Stato naturale e proprietà
15.4.2	Stereoisomeria	507		548
<b>15.5</b>	<b>Il legame nei composti di coordinazione</b>	<b>510</b>	17.2.2	Preparazione
15.5.1	Teoria del campo cristallino: energie degli orbitali <i>d</i>	511		549
15.5.2	Teoria del campo cristallino: configurazioni elettroniche e comportamento magnetico	513	17.2.3	Composti
<b>15.6</b>	<b>I colori dei composti di coordinazione</b>	<b>516</b>		550
<b>15.7</b>	<b>La serie spettrochimica dei leganti</b>	<b>517</b>	17.2.4	Usi dell'idrogeno
<b>15.8</b>	<b>Reazioni di sostituzione dei leganti e stabilità degli ioni complessi</b>	<b>519</b>		<b>551</b>
			<b>17.3</b>	<b>Gruppo 1. Metalli alcalini</b>
				<b>551</b>
			17.3.1	Stato naturale e proprietà generali
				551
			17.3.2	Preparazione degli elementi
				552
			17.3.3	Composti
				552
			<b>17.4</b>	<b>Gruppo 2. Metalli alcalino-terrosi</b>
				<b>555</b>
			17.4.1	Stato naturale e proprietà generali
				555
			17.4.2	Preparazione degli elementi
				556
			17.4.3	Composti
				557
			<b>17.5</b>	<b>Gruppo 13</b>
				<b>559</b>
			17.5.1	Stato naturale e proprietà generali
				559
			17.5.2	Preparazione e proprietà del boro
				560
			17.5.3	Composti del boro
				560
			17.5.4	Preparazione e proprietà dell'alluminio
				562
			17.5.5	Composti dell'alluminio
				563
			<b>17.6</b>	<b>Gruppo 14</b>
				<b>564</b>
			17.6.1	Stato naturale e proprietà generali
				564
			17.6.2	Stato elementare del carbonio
				565
			17.6.3	Ossidi del carbonio
				565
			17.6.4	Preparazione del silicio
				566
			17.6.5	Diossido di silicio
				566
			17.6.6	Silicati e alluminosilicati
				567
			17.6.7	Prodotti tecnici del silicio
				570
			17.6.8	Preparazione e composti dello stagno e del piombo
				571

<b>17.7 Gruppo 15</b>	<b>572</b>				
17.7.1 Stato naturale e proprietà generali	572				
17.7.2 Preparazione e proprietà dell'azoto	573				
17.7.3 Composti dell'azoto	573				
17.7.4 Preparazione e proprietà del fosforo	576				
17.7.5 Composti del fosforo	577				
<b>17.8 Gruppo 16. Calcogeni</b>	<b>579</b>				
17.8.1 Stato naturale e proprietà generali	579				
17.8.2 Preparazione e proprietà dell'ossigeno	580				
17.8.3 Composti dell'ossigeno	582				
17.8.4 Preparazione e proprietà dello zolfo	582				
17.8.5 Composti dello zolfo	583				
<b>17.9 Gruppo 17. Alogeni</b>	<b>585</b>				
17.9.1 Stato naturale e proprietà generali	585				
17.9.2 Preparazione degli alogeni	586				
17.9.3 Composti degli alogeni	587				
<b>17.10 Gruppo 18. Gas nobili</b>	<b>590</b>				
17.10.1 Stato naturale e proprietà generali	590				
<b>17.11 Elementi di transizione</b>	<b>591</b>				
17.11.1 Proprietà generali	592				
17.11.2 Cromo	593				
17.11.3 Manganese	594				
17.11.4 Ferro	595				
17.11.5 Rame	596				
17.11.6 Zinco e mercurio	597				
<b>18 Elementi di chimica organica</b>					
<b>18.1 Introduzione</b>	<b>599</b>				
<b>18.2 Idrocarburi</b>	<b>599</b>				
18.2.1 Idrocarburi alifatici saturi: alcani	599				
		18.2.2 Idrocarburi alifatici insaturi: alcheni	603		
		18.2.3 Idrocarburi alifatici insaturi: alchini	605		
		18.2.4 Idrocarburi aliciclici saturi e insaturi	607		
		18.2.5 Idrocarburi aromatici	607		
		18.2.6 Fonti di approvvigionamento e produzione degli idrocarburi	609		
		<b>18.3 Gruppi funzionali</b>	<b>611</b>		
		18.3.1 Gruppo alogenidrico —X (X = F, Cl, Br, I)	611		
		18.3.2 Gruppo ossidrilico —OH	612		
		18.3.3 Gruppo etereo —O—	614		
		18.3.4 Gruppo aldeidico —CHO	615		
		18.3.5 Gruppo chetonico $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagdown \end{array}$	616		
		18.3.6 Gruppo carbossilico —COOH	617		
		18.3.7 Gruppo estereo —COO—	618		
		18.3.8 Gruppi amminici $\begin{array}{c} \diagdown \quad \diagdown \\ -\text{NH}_2, \quad \text{NH}, \quad -\text{N} \\ \diagup \quad \diagup \end{array}$	619		
		18.3.9 Gruppo ammidico —CONH <sub>2</sub>	620		
		18.3.10 Contemporanea presenza di gruppi —NH <sub>2</sub> e —COOH	621		
		<b>18.4 Cenni ai polimeri sintetici</b>	<b>623</b>		
		18.4.1 Polimerizzazione per addizione	623		
		18.4.2 Polimerizzazione per condensazione	626		
		18.4.3 Polimeri termoplastici e polimeri termoindurenti	627		
		<b>Appendice</b>	<b>629</b>		
		<b>Indice analitico</b>	<b>633</b>		